

# 山西省草地资源人口承载力研究

赵艺学, 宋鹏飞

(山西大学 黄土高原研究所, 山西 太原 030006)

**摘要:** 为了在黄河中、上游地区加快实施中央“退耕还林还草恢复生态环境”的决策, 正确估算区域人口的承载力是一项基础性的研究工作。以山西省和山西省黄河流域为研究区域, 利用相关统计、试验数据, 设计不同草地利用率层次和不同肉食消费水平等次, 对山西省和山西省黄河流域及其各县市草地资源人口承载力进行了单项和组合型的动态变化研究, 为山西省区域退耕还林还草和生态移民工作提供了理论基础。

**关键词:** 草地利用率; 肉食消费水平; 组合变化; 人口承载力

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2005)06—0040—05

中图分类号: S812.4, F301.2

## Population Bearing Capacity of Grassland Resource in Shanxi Province

ZHAO Yi-xue, SONG Peng-fei

(Institute of Loess Plateau, Shanxi University, Taiyuan 030006, Shanxi Province, China)

**Abstract:** In order to rapidly execute the central government decision that converting farmland to forest and grassland, and recovering ecological environment, estimating population bearing capacity correctly becomes one of the basic research work. Taking Shanxi Province (or Shanxi Province Yellow River watershed) as the studying region, using correlated statistic and test data, establishing different hierarchical structure of grassland utilization ratio and different class of meat-eating consumption level, the population bearing capacity of grassland resource of Shanxi Province and its included counties and cities are study dynamically through single entry and component types. In conclusion, it could provide theoretical basis for converting farmland to forest and grassland and the ecological migration of Shanxi Province.

**Keywords:** grassland utilization ratio; meat-eating consumption level; combination variety; population bearing capacity of grassland resource

用于草地资源估算人口承载力是一个动态的过程。作者在“以草—畜—粮为路径提升山西省土地承载潜力研究”<sup>[1]</sup>中, 假定估算区域草地资源均已得到最大的有效利用, 采取相关试验数据比较的方法, 分别对山西省和山西省黄河流域天然草地和人工草地的载畜量、畜产品的折粮量, 以及相应的人口承载力进行了最大估算。实际上用草地资源估算人口承载力, 是受各种因素影响的一个动态变化过程。本文拟从不同的草地资源利用率、不同的肉食消费量水平变化 2 个方面, 通过两两组合, 研究山西省和山西省黄河流域草地资源人口承载力的相应变化过程, 该项研究有助于黄土高原退耕还林还草过程的深入和成果的持久保存。

### 1 估算条件与相应公式建立

作者在文献[1]中, 利用山西省典型区域和草种产草量试验研究<sup>[2-3]</sup>, 求其单位面积的产草量和总

产草量; 利用饲草、料对山羊体重增长量与消耗饲草、料量的比值试验<sup>[4-5]</sup>, 把一只 40 kg 体重的山羊作为一个“羊单位”, 求其草地资源单位面积和总面积的载畜量、产肉量<sup>[6]</sup>; 利用当前山西省市场精羊肉和面粉价格的关系, 求其以肉折算粮食的数量; 利用人均占有 400 kg/a 粮食的安全线, 求其草地资源单位面积和总面积的草地资源估算人口的“最大化”(草地利用率 100%) 承载力和不同草地资源利用率条件下的山西省草地资源人口承载力。其估算公式为:

$$f(q, x) = \{ [0.04(m \cdot q \cdot c/b) w \cdot y] - x \} / z \quad (1)$$

式中:  $m$  ——草地资源面积 ( $\text{hm}^2$ );  $q$  ——草地资源利用率 (%);  $c$  ——单位面积产草量 [ $\text{t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ], 按白羊草天然草地产草量  $5.904 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$  和人工草地苜蓿产草量平均值计算  $20 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ;  $b$  ——一个羊单位消耗的饲草、料量 ( $\text{t}/\text{只}$ , 试验数据  $0.591 \text{ t}/\text{只}$ );  $w$  ——一个羊单位的产肉量 ( $\text{t}/\text{只}$ , 羊的屠宰率按  $50.46\%$  平均率计);  $y$  ——肉粮价格的比值 (1

0.141);  $x$  ——不同肉食消费量( $t$ );  $z$  ——人口粮食安全线 [ $0.4 t / (人 \cdot a)$ ]。

## 2 不同利用率草地资源人口承载力

### 2.1 草地资源人口承载力

为简化讨论不同利用率条件下草地资源粮食人口承载力及其估算问题,假定式(1)中  $x$  为一个衡定的值(以 2002 年山西省总人口和当年人均年消费牛羊肉  $0.001 56 t$ ),按山西省目前的草地资源利用率(59%),将草地资源利用率分为 100%,85%,59%(60%)和 45%这 4 个利用率层次。式(1)可简化为:

$$f(q) = f[0.04(m \cdot q \cdot c/b)w \cdot y]/z \quad (2)$$

运用式(2),我们求得山西省和山西省黄河流域

草地资源在不同利用率条件下的人口承载力(表 1)。草地利用率与容纳人口量关系的一般规律是草地资源利用率越高,草地资源人口承载力越大。计算结果也表明,当草地利用率达到 100%时,山西省草地资源所容纳人口量是 1 568 万人,山西省黄河流域草地资源所容纳人口量是 848 万人。在现状利用率(59%)的情况下,山西省草地资源所容纳人口仅是 888 万人,山西省黄河流域草地资源折粮的容纳人口仅是 477 万人。通过草地资源的折粮人口承载力,可以容纳部分退耕还林还草生态移民的数量,但从山西省西部地区水土流失的状况来看,需要生态移民的区域和数量是相当多(大),单凭草地资源现在容纳的人口量远远是不够的,还需从多个方面加以研究与考虑。

表 1 不同草地资源利用率条件下的山西省草地资源人口承载力

地域名称	现有草地面积/ $hm^2$	退耕还草面积/ $hm^2$	年产草量/ $(t \cdot a^{-1})$	折粮量	100%利用率/ $(人 \cdot a^{-1})$	85%利用率/ $(人 \cdot a^{-1})$	59%(60%)利用率/ $(人 \cdot a^{-1})$	45%利用率/ $(人 \cdot a^{-1})$
山西省	4 181 130	134 271	27 370 812	6 629 430	15 677 054	13 191 018	8 881 889	6 561 589
山西省黄河流域	2 160 540	110 126	14 958 348	3 623 032	8 484 438	7 125 801	4 770 830	3 502 769

注: 山西省 2000 年现状草地资源利用率 59%,表 2—4 同。 草地资料来源于文献[7]。山西省草地资源数据来源于文献[8]。以 > 25 度坡耕地为草地资源面积统计,人口年用粮 400 kg/人。

### 2.2 各县市草地资源人口承载力

运用式(2),我们同样求得山西省各县市草地资源在不同利用率条件下的人口承载力(由于篇幅所限各县市计算数据略),计算也表明在山西省内部区域有着极其显著的差异:假设以 2002 年山西省人均牛羊肉消费水平(人均年消费牛羊肉  $0.001 56 t$ )不变,以草地利用率作为变量,在山西省草地利用现状(59%)的条件下,绝大部分县市具有可容纳一定人口的能力,而个别县市已无容纳的能力。如太原市草地资源折粮人口现已超载 22 415 人,长治市超载 7 834 人,怀仁县超载 7 323 人,介休市超载 1 927 人,夏县超载 9 634 人,平陆县(无草地资源面积)超载 3 277 人,垣曲县超载 1 215 人;当利用率提高到 85%,太原市超载 786 人,长治市超载 3 271 人,怀仁县超载 7 008 人,夏县超载 9 634 人,平陆县超载 1 725 人;当利用率达到 100%时,长治市草地资源人口超载 638 人,怀仁县超载 6 826 人,夏县超载 9 634 人,平陆县超载 829 人。数据表明当各县市生态移民规模不大时,除超载县市外,其它县市草地资源都能够容纳一定的人口数量。

## 3 不同肉食消费水平下的草地资源人口承载力

### 3.1 不同肉食消费水平山西省草地资源人口承载力

据山西省统计资料分析,1995 年山西省城镇人

口年均消费牛羊肉  $1.38 kg/人$ ,到 2002 年增加为  $2.23 kg/人$ ,7 a 间增长幅度仅 61.59%,年均增长 8.80%;农村人口 1995 年人均总消费肉类  $4.63 kg$ (按照城镇人口食肉结构:牛羊肉  $1.38 kg/人$ ,猪肉  $11.36 kg/人$ ,折算农村人口消费牛羊肉  $0.5 kg/人$ ),2002 年消费增至  $5.25 kg$ (按当年肉食消费结构折算农村人口消费牛羊肉  $0.88 kg/人$ ),相应 7 a 间增长幅度 76.0%,年均增长 10.86%。消费基数极其低下,速度增长极其缓慢。我们仍按 2002 年山西省城镇和农村人口消费牛羊肉的平均值( $1.56 kg/人$ ),作为山西省目前牛羊肉消费的水平,并参照我国人均消费的水平,确定估算山西省和山西省黄河流域在不同肉食消费条件下的草地资源人口承载量的消费水平层次。据研究<sup>[9]</sup>,2002 年我国牛羊肉人均消费量  $3.0 kg$ (其中牛肉  $1.92 kg$ ,羊肉  $1.08 kg$ )。北京市是肉类食物消费最高的省市区,牛羊肉总消费量是  $6.72 kg$ (其中牛肉  $3.48 kg$ ,羊肉  $3.24 kg$ )。山西省是牛羊肉消费最低的省市区,平均消费牛羊肉量近  $1.56 kg$ 。据此,我们把 2002 年全国平均消费水平( $3.00 kg$ )和全国各省市最高消费水平( $6.72 kg$ )、最低消费水平( $1.56 kg$ )作为基本估算等次,考虑到近期牛羊肉人均年消费量在不断提高的因素,把人均牛羊肉年消费量  $10.0 kg$  做一个发展层,即设定了人均消费  $10, 6.72, 3, 1.56$  和  $0 kg$  这 5 个消费水平等次的标准。

同样,为了简化讨论不同肉食消费水平下的草地资源人口承载力及其估算问题,我们假定式(1)中  $q$  为一个衡定的值(以 2000 年山西省草地资源的利用率 59% 计),式(1)可简化为:

$$f(x) = \{ [0.04(m \cdot c/b)w \cdot y] - x \} / z \quad (3)$$

运用式(3),我们求得山西省和山西省黄河流域草地资源在不同牛羊肉消费水平下的人口承载力(表 2)。

表 2 一定草地资源利用率不同牛羊肉消费水平下的草地资源人口承载力 人/a

地域名称	人均消费水平/(kg a <sup>-1</sup> )			
	10.00	6.72	3.00	1.56
山西省	4 031 487	5 916 478	8 054 332	8 881 889
山西省黄河流域	1 669 990	2 875 056	4 241 777	4 770 830

表 2 表明,当草地资源利用率一定时,山西省草地资源折粮的人口承载力,随着牛羊肉消费水平的提高而承载能力降低。当牛羊肉消费水平分别在人均 3.0 kg/a,人均 6.72 kg/a 和人均 10.0 kg/a 等次时,山西省草地资源所容纳人口量分别是 805,591 和 403 万人。山西省黄河流域草地资源所容纳人口量分别是 424,288 和 167 万人。

### 3.2 不同肉食消费水平下山西省各县市草地资源人口承载力

同样,我们运用式(3),求得了山西省各县市草地资源在不同牛羊肉消费水平下的人口承载力(由于篇幅所限各县市计算数据略)。它们表现出这样一个规律:随着人均牛羊肉消费水平的层次提高,草地资源人口的超载县市就越多,特别是集中体现在大、中城市 and 草地资源较少的县市,草地资源人口承载力超载状况严重。就现有草地资源利用率(59%)和现有牛羊肉消费水平(人均 1.56 kg/a)组合下,太原市草地资源的人口超载 22 415 人,长治市超载 7 834 人,怀仁县超载 7 323 人,介休市超载 1 927 人,夏县超载 9 634 人,平陆县超载 3 277 人,垣曲县超载 1 215 人。

## 4 不同草地资源利用率和肉食消费水平组合下草地资源人口承载力

### 4.1 理论和实际组合方式

不同草地资源利用率和不同肉食消费水平有许多许多的组合方式,按照本文设定的层(等)次:不同草地资源利用率有 100%,85%,59%和 45%这 4 个层次,不同肉食消费水平有 10,6.72,3,1.56 和 0 kg 这 5 个消费水平等次,共有 20 个组合方式(图 1)。

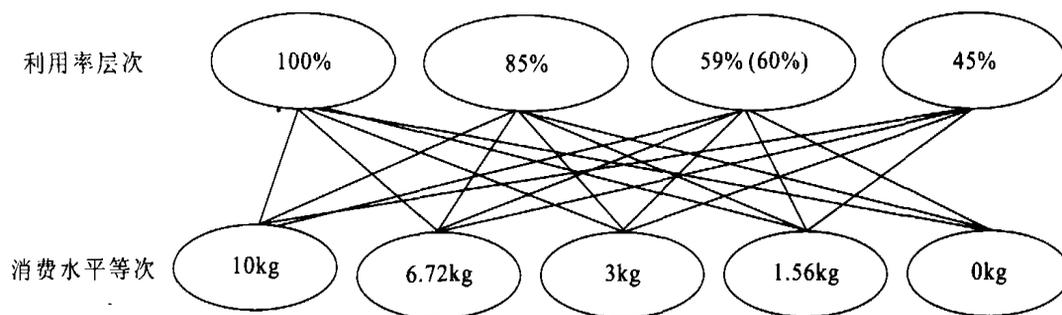


图 1 山西省不同草地资源利用率和不同肉食消费水平下的几种理论组合方式

根据图 1 的理论组合方式并考虑到山西省(山西省黄河流域)草地资源利用率和肉食消费水平的“可持续发展”因素,草地资源利用率在 45% 和肉食消费水平在 0 kg 时,无实际意义,在本文中不作组合因素的层(等)次考虑;草地资源利用率 100% 和肉食消费水平 10 kg,在近期内又难以得到实现,故在本文中也不加以考虑。据此,上述 20 个组合方式可简化为有效的 6 个组合方式,即 6.72 kg + 85%,6.72 kg + 59% (60%),3 kg + 85%,3 kg + 59% (60%),1.56 kg + 85% 和 1.56 kg + 59% (60%),其中,1.56 kg + 59%

(60%) 组合方式在上述 2 个问题中都已讨论并做出估算,在此不再重复。

### 4.2 山西省不同组合方式下的草地资源人口承载力

根据式(1),分别把对应的组合方式层(等)次数据代入,估算出山西省(山西省黄河流域)不同草地资源利用率和不同肉食消费水平组合方式下的草地资源人口承载力(表 3)。

表 3 显示了在山西省和山西省黄河流域,不论采取哪一种组合方式,利用草地资源养畜都能接纳一定的人口数量。

表 3 不同组合方式下草地资源人口承载力

组合方式	6.72 kg + 85 %	6.72 kg + 59(60) %	3 kg + 85 %	3 kg + 59(60) %	1.56 kg + 85 %
山西省	10 225 607	5 916 478	12 363 461	8 054 332	13 191 018
山西省黄河流域	5 230 026	2 875 056	6 596 748	4 241 777	7 125 801

表 4 不同组合方式下山西省各县市草地资源人口承载力分布状况

组合方式	超载 1 000 人以上县市	超载 0 ~ 1 000 人口县市	可承载 1 ~ 5 000 人口县市	可承载 5 000 ~ 1 万人人口县市	可承载 1 ~ 5 万人人口县市	可承载 5 ~ 10 万人人口县市	可承载大于 10 万以上人口县市
6.72 kg + 85 %	太原市、临县、大同市区、阳泉市区、长治市区、长治县、交口、介休、临汾、高平、洪洞、怀仁、运城、永济、芮城、临猗、夏县、绛县、平陆、垣曲	清徐	侯马	交城、潞城、榆次、昔阳、长子、太谷、祁县、霍州、曲沃、朔城、古县、左云、汾西、万荣、稷山、河津、保德、偏关	古交、襄垣、屯留、和顺、壶关、沁县、平遥、灵石、阳城、寿阳、陵川、翼城、山阴、吉县、乡宁、应县、大宁、右玉、永和、大同、隰县、汾西、闻喜、汾阳、文水	孝义、阳曲、兴县、娄烦、柳林、石楼、岚县、平定、方山、孟县、离石、中阳、榆社、左权、平顺、黎城、寿阳、武乡、沁源、晋城市区、沁水、襄汾、阳高、天镇、安泽、广灵、浮山、灵丘、浑源、蒲县、忻州、定襄、五台、原平、代县、繁峙、宁武、静乐、神池、河曲	
6.72 kg + 59(60) %	太原市、临县、大同市区、阳泉市区、长治市区、长治县、交口、榆次、介休、临汾、高平、洪洞、怀仁、运城、永济、芮城、临猗、夏县、绛县、平陆、垣曲	清徐	潞城、侯马、朔城、万荣	交城、祁县	古交、襄垣、屯留、昔阳、壶关、长子、太谷、平遥、灵石、阳城、寿阳、陵川、翼城、山阴、古县、安泽、左云、乡宁、应县、左同、大宁、永和、大同、隰县、汾西、新绛、稷山、河津、闻喜、保德、偏关、汾阳、文水	孝义、兴县、娄烦、柳林、岚县、平定、离石、和顺、黎城、寿阳、沁县、晋城市区、陵川、翼城、平鲁、阳高、天镇、浮山、吉县、浑源、蒲县、右玉、代县、繁峙、宁武、五寨、岢岚	阳曲、石楼、方山、孟县、中阳、榆社、左权、平顺、武乡、沁源、沁水、襄汾、广灵、灵丘、忻州、定襄、五台、原平、静乐、神池、河曲
3 kg + 85 %	太原市、长治市区、介休、临汾、怀仁、夏县、平陆、垣曲		绛县	阳泉市区、长治、交口、永济、临猗	清徐、交城、临县、大同市区、潞城、昔阳、祁县、侯马、高平、洪洞、芮城、保德、偏关	古交、榆次、襄垣、屯留、和顺、壶关、沁县、平遥、灵石、阳城、霍州、曲沃、朔城、山阴、古县、吉县、乡宁、应县、左云、大宁、右玉、永和、大同、隰县、汾西、万荣、稷山、河津、五寨、岢岚、文水	孝义、阳曲、兴县、娄烦、柳林、石楼、岚县、平定、方山、孟县、离石、中阳、榆社、左权、平顺、黎城、寿阳、武乡、沁源、晋城市区、沁水、陵川、翼城、平鲁、襄汾、阳高、天镇、安泽、广灵、浮山、灵丘、浑源、蒲县、忻州、定襄、五台、原平、代县、繁峙、新绛、宁武、静乐、神池、闻喜、河曲、汾阳
3 kg + 59(60) %	太原市、大同市区、长治市区、长治县、交口、介休、临汾、怀仁、临猗、夏县、绛县、平陆、垣曲	永济	阳泉市区、交口	高平、运城	清徐、交城、临县、潞城、榆次、昔阳、长子、太谷、祁县、侯马、霍州、曲沃、朔城、洪洞、古县、乡宁、应县、左云、永和、大同、汾西、芮城、万荣、稷山、河津、保德、偏关	娄烦、古交、岚县、襄垣、屯留、和顺、壶关、寿阳、沁县、平遥、灵石、阳城、陵川、翼城、平鲁、山阴、吉县、浑源、蒲县、新绛、右玉、永和、大同、宁武、闻喜、五寨、岢岚、汾阳、文水	孝义、阳曲、兴县、柳林、石楼、岚县、平定、方山、孟县、离石、中阳、榆社、左权、平顺、黎城、寿阳、武乡、沁源、晋城市区、沁水、阳城、陵川、翼城、平鲁、襄汾、阳高、天镇、安泽、广灵、浮山、灵丘、忻州、定襄、五台、原平、代县、繁峙、静乐、神池、河曲
1.56 kg + 85 %	长治市区、怀仁、夏县、平陆	太原市	介休、垣曲	交口、绛县	清徐、交城、孝义、临县、阳泉市区、长治县、潞城、祁县、临汾、侯马、高平、运城、永济、芮城、临猗、保德、偏关	古交、大同市区、榆次、襄垣、屯留、和顺、昔阳、壶关、长子、太谷、平遥、灵石、霍州、曲沃、朔城、山阴、洪洞、古县、吉县、乡宁、应县、左云、大宁、右玉、永和、大同、隰县、汾西、万荣、稷山、河津、五寨、岢岚、文水	阳曲、兴县、娄烦、柳林、石楼、岚县、平定、方山、孟县、离石、中阳、榆社、左权、平顺、黎城、寿阳、武乡、沁源、晋城市区、沁水、阳城、陵川、翼城、平鲁、襄汾、阳高、天镇、安泽、广灵、浮山、灵丘、浑源、蒲县、忻州、定襄、五台、原平、代县、繁峙、宁武、静乐、神池、闻喜、河曲、汾阳

### 4.3 不同组合方式下的山西省各县市草地资源人口承载力分布

同样,根据式(1)估算出山西省各县市不同草地资源利用率和不同肉食消费水平组合方式下的草地资源人口承载力,并按照利用草地资源养畜划分了超载和承载人口的 2 大类,分布状况见表 4。表 4 显示高草地资源利用率和低肉食消费水平组合的草地资源人口的承载量大,低草地资源利用率高肉食消费水平组合的草地资源人口的承载量小。

## 5 结 论

(1) 从草地资源不同的利用率 [100%, 85%, 59% (60%) 和 45%] 层次,估算了山西省(山西省黄河流域)及各县市的草地资源粮食人口承载力。其一般规律是,草地资源利用率越高,草地资源人口承载力就越大。

(2) 从不同的肉食消费水平 (10, 6.72, 3, 1.56 和 0 kg) 等次,估算了山西省(山西省黄河流域)及各县市不同利用率条件下的草地资源人口承载力。其基本规律是:人们现有肉食消费水平越高,草地资源人口的承载力就越低。

(3) 从不同草地资源利用率和肉食消费水平组合 [6.72 kg + 85%, 6.72 kg + 59% (60%), 3 kg + 85%, 3 kg + 59% (60%), 1.56 kg + 85%, 1.56 kg + 59% (60%)] 下,估算了山西省(山西省黄河流域)及各县市的草地资源人口承载力。其组合规律是,高草地资源利用率和低肉食消费水平组合的草地资源人口承载量大,低草地资源利用率高肉食消费水平组

合的草地资源人口承载力就小。

(4) 本文是在假定草地资源均处在均衡利用的条件下估算的区域草地资源人口承载力。实际上,区域草地资源是一种非均衡状态下的利用。因此,在实际中应针对具体区域进一步研究非均衡状态下的草地资源人口承载力。

(5) 利用草地资源发展畜牧业增加区域经济效益是区域畜牧业发展的主流,估算区域草地资源人口承载力,应当把这一主流因素叠加之上,这才能真正体现一个区域的实际人口承载力。

### [参 考 文 献]

- [1] 赵艺学. 以草—畜—粮为路径提升山西省土地承载潜力研究[J]. 水土保持研究, 2005, 12(6): 146—149.
- [2] 董宽虎, 靳宗立, 等. 山西白羊草灌丛草地牧草产量动态研究[J]. 中国草地, 1995(4): 11—16.
- [3] 黄富祥, 等. 生态学视角下的草地载畜量概念[J]. 草业学报, 2000, 9(3): 48—57.
- [4] 胡永杰. 紫花苜蓿喂山羊的增重效果[J]. 青海畜牧业, 2002(3): 39—42.
- [5] 于广丽, 聂国兴. 不同地区种植的豫玉 22 营养成分分析[J]. 河南畜牧兽医, 2002, 23(1): 5—7.
- [6] 农业部. 农业部“十五”重点推广的肉羊良种[J]. 中国农村科技, 2003(12): 32—34.
- [7] 中国自然资源数据库, [http://www.naturalresources.csdb.cn\[Z\]](http://www.naturalresources.csdb.cn[Z]).
- [8] 中国科学院黄土高原综合考察队. 中国黄土高原地区耕地坡度分级数据集[M]. 北京: 海洋出版社, 1990.
- [9] 聂丰英, 崔国胜. 2002 年我国牛羊肉形势分析[J]. 中国食物与营养, 2003(5): 35—38.

## 《水土保持通报》2005 年引证指标

根据《中国学术期刊综合评价数据库(CAJCED)》2004 年 5941 种统计刊源析出的 170 万条中国期刊引文数及“中国期刊网”中心网站 2004 年全文下载记录数的统计,本刊 2005 年度引文计量及 Web 即年下载率等 7 项指标的数据列示如下:

总被引频次 889 次,影响因子为 0.612,即年指标为 0.043,他引总引比为 0.9370,被引半衰期为 6.0,2004 年载文量为 140 篇,Web 即年下载率为 12.2。

《水土保持通报》编辑部

二〇〇五年十二月